



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111685** (13) **C2**  
(51) МПК  
**C21B 13/02** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	<b>а 2015 04149</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Райт Тревіс (US), Монтаг Стів (US)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>01.10.2013</b>	(73) Власник(и):	<b>МІДРЕКС ТЕКНОЛОДЖИЗ, ІНК., 2725 Water Ridge Parkway, Suite 100, Charlotte, NC 28217, United States of America (US)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>25.05.2016</b>	(74) Представник:	<b>Михайлюк Ганна Валентинівна, реєстр. №184</b>
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>61/708,368, 14/042,763</b>	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	<b>SU 655341 A, 30.03.1979 RU 2118374 C1, 27.08.1998 RU 2218431 C2, 10.12.2003 US 1891850 A, 03.12.1930 US 4032123 A, 28.01.1977 US 4299694 A, 10.11.1981 US 4160663 A, 10.07.1979 US 4376648 A, 15.03.1983</b>
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>01.10.2012, 01.10.2013</b>		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>US, US</b>		
(41) Публікація відомостей про заявку:	<b>25.06.2015, Бюл.№ 12</b>		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>25.05.2016, Бюл.№ 10</b>		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/US2013/062808, 01.10.2013</b>		

## (54) ПРИСТРІЙ ТА СПОСІБ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ОДНОРІДНОСТІ ШИХТИ В ШАХТНІЙ ПЕЧІ ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО РИФОРМІНГУ/ВІДНОВЛЕННЯ

### (57) Реферат:

Даний винахід стосується шахтної печі для комбінованого риформінгу/відновлення для виробництва заліза прямого відновлення, що використовує один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти, таких як один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів, один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку, одну або кілька настінних конструкцій/модифікацій, одну або кілька мішалок і т. і. для забезпечення рівномірного здійснення риформінгу та відновлення в шахтній печі по всій ширині та глибині шихти в шахтній печі.

UA 111685 C2

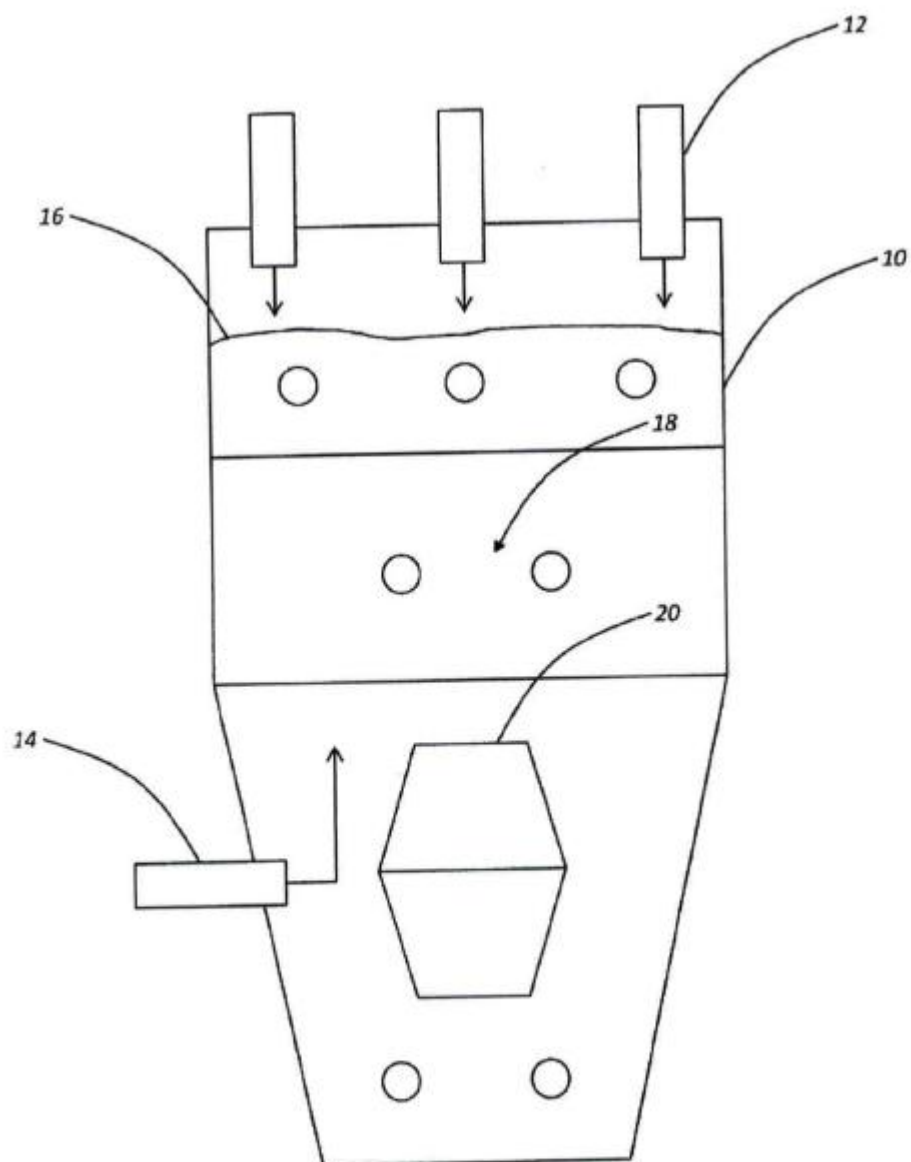


Fig. 1

## ПЕРЕХРЕСНЕ ПОСИЛАННЯ НА СПОРІДНЕНУ ЗАЯВКУ

[0001] Дана патентна заявка/даний патент заявляє пріоритет попередньої заявки на патент США № 61/708368, поданої 1 жовтня 2012 р. та озаглавленої "DEVICES AND METHODS FOR ENHANCING BURDEN UNIFORMITY IN A COMBINATION REFORMING/REDUCING SHAFT FURNACE", зміст якої повністю включено в дану заявку за допомогою посилання.

## ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ, ДО ЯКОЇ НАЛЕЖИТЬ ВІНАХІД

[0002] Даний винахід загалом належить до систем для прямого відновлення заліза, таких як системи, що застосовують процеси Midrex або HYL і т. і. Зокрема, даний винахід належить до пристроїв і способів для поліпшення однорідності шихти в шахтній печі для комбінованого реформінга/відновлення, таким як системи та способи, що використовуються без зовнішнього реформінга або з мінімальним зовнішнім реформінгом відновного газу перед прямим відновленням заліза в шахтній печі.

## ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ВІНАХОДУ

[0003] Традиційно відновний газ, застосовуваний у шахтній печі для прямого відновлення заліза, спочатку піддається реформінгу ззовні шахтної печі (наприклад, у реформері). Однак з недавнього часу існує тенденція до використання "zero reformer" процесу, або процесу без застосування реформера, або процесу прямого відновлення, що усуває або істотно знижує потребу в зовнішньому реформінгу, замінюючи його реформінгом безпосередньо в шахтній печі, комбінованим із процесом прямого відновлення. Проте деяка доля зовнішнього реформінга може відбуватися ззовні шахтної печі, але подібний зовнішній реформінг часто є мінімальним і лише доповнює потребу в реформінгу газу.

[0004] Однією проблемою, яка є властивою для даного підходу, є неефективність у створенні рівномірної однорідності шихти усередині шахтної печі або реактора, яка створюється при зовнішньому реформінгу, для того щоб максимізувати реформінг і забезпечити рівномірне здійснення прямого відновлення. Звичайно у шахтній печі спрямований униз під дією сили ваги потік шихти є більш швидким у центрі шахтної печі, ніж, наприклад, вздовж її сторін. Це приводить до небажаних і різномірних градієнтів реформінга та прямого відновлення. Ця проблема ускладнюється в міру збільшення діаметра шахтної печі.

[0005] У традиційних системах прямого відновлення в шахтній печі для усунення небажаних градієнтів прямого відновлення, мінімізації грудкування шихти і т. і., тобто для сприяння бажаним фізичним і хімічним характеристикам використовуються зовнішній реформер, унікальна подача оксиду заліза у верхню частину шахтної печі, множина обертових змішувальних валів і т. і., та/або пристрій для сприяння стаціонарному потоку. Проте на сьогоднішній день подібні механізми не використовувались у "zero reformer" процесі, або процесі без застосування реформера, або процесі прямого відновлення в зонах реформінга та/або прямого відновлення. Ці механізми є предметом даного винаходу.

## СТИСЛИЙ ВИКЛАД СУТІ ВІНАХОДУ

[0006] У різних наведених як приклад варіантах здійснення даний винахід підготовлює шахтну піч для комбінованого реформінга/відновлення для виробництва заліза прямого відновлення, що використовує один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти, таких як один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів, один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку, одну або кілька настінних конструкцій/модифікацій, одну або кілька мішалок і т. і. для забезпечення рівномірного здійснення реформінга та відновлення в шахтній печі по всій ширині та глибині шихти в шахтній печі. Серед інших варіантів застосування даний винахід знаходить найширше застосування в процесах прямого відновлення під високим тиском (тобто, які перевищують 5 атмосфер).

[0007] В одному наведеному як приклад варіанті здійснення даний винахід підготовлює шахтну піч для комбінованого реформінга/відновлення під високим тиском для виробництва заліза прямого відновлення, що містить: один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти, розташованих у внутрішній частині шахтної печі; при цьому один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти розташовані в одній або декількох із зони реформінга та зони відновлення у внутрішній частині шахтної печі, і при цьому один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти використовуються для струшування шихти для того, щоб одне або кілька з реформінга та відновлення рівномірно відбувалися в шихті. Один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти містять один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів, один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку, одну або кілька настінних конструкцій або одну або кілька мішалок. Один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів містять множину виступаючих конструктивних елементів, які при обертанні перемішують шихту. Необов'язково один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів проходять по всій ширині шахтної печі.

Один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку затримують потік центральної частини шихти через шахтну піч, тим самим сповільнюючи його. Один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти забезпечують рівномірне здійснення реформінга та відновлення в шахтній печі по всій ширині та глибині шихти в шахтній печі.

5 [0008] В іншому наведеному як приклад варіанті здійснення даний винахід передбачає спосіб підготування шахтної печі для комбінованого реформінга/відновлення під високим тиском для виробництва заліза прямого відновлення, що включає: надання одного або декількох пристроїв для поліпшення однорідності шихти, розташованих у внутрішній частині шахтної печі; при цьому один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти розташовують в одній або декількох із зони реформінга та зони відновлення у внутрішній частині шахтної печі, і при цьому один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти використовують для струшування шихти для того, щоб одне або кілька з реформінга та відновлення рівномірно відбувалися в шихті. Один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти містять один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів, один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку, одну або кілька настінних конструкцій або одну або кілька мішалок. Один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів містять множину виступаючих конструктивних елементів, які при обертанні перемішують шихту. Необов'язково один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів проходять по всій ширині шахтної печі. Один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку затримують потік центральної частини шихти крізь шахтну піч, тим самим сповільнюючи його. Один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти забезпечують рівномірне здійснення реформінга та відновлення в шахтній печі по всій ширині та глибині шихти в шахтній печі.

#### СТИСЛИЙ ОПИС ГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

25 [0009] Даний винахід зображений та описаний тут з посиланням на різні графічні матеріали, у яких подібні посилальні номери використовуються у відповідних випадках для позначення подібних компонентів системи/етапів способу, і на яких:

[0010] на фіг. 1 показане схематичне зображення одного наведеного як приклад варіанта здійснення шахтної печі для комбінованого реформінга/відновлення, що містить один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти згідно з даним винаходом.

#### ДОКЛАДНИЙ ОПИС ВІНАХОДУ

[0011] Як і раніше у різних наведених як приклад варіантах здійснення даний винахід підготує шахтну піч для комбінованого реформінга/відновлення для виробництва заліза прямого відновлення, що використовує один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти, таких як один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів, один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку, одну або кілька настінних конструкцій/модифікацій, одну або кілька мішалок і т. і. для забезпечення рівномірного здійснення реформінга та відновлення в шахтній печі по всій ширині та глибині шихти в шахтній печі.

40 [0012] Зокрема, як зображено на фіг. 1, в одному наведеному як приклад варіанті здійснення шахтна піч 10 згідно із даним винаходом містить множину труб 12 для подачі гранул або агломератів, які вибірково подають гранули або агломерати залізної руди для прямого відновлення, і одну або кілька труб 14 для подачі газу з кільцевого трубопроводу гарячого дуття, що вибірково подає або подають газ із кільцевого трубопроводу гарячого дуття для реформінга та здійснює або здійснюють пряме відновлення гранул залізної руди. Подібні конструкції добре відомі фахівцям у даній галузі техніки. Застосовуваний відновний газ може бути отриманий із природного газу, коксового газу, синтез-газу і т. і. Гранули або агломерати залізної руди утворюють шар або шихту 16 у шахтній печі 10. Посилаючись на вищеописане, без використання ідеї даного винаходу, спрямований униз потік шихти 16 може рухатися швидше через центр шахтної печі 10, ніж він рухається біля її бічних сторін, наприклад, утворюючи великі зміни фізичних і хімічних характеристик відновного газу та заліза прямого відновлення.

55 [0013] Переважно для усунення цієї проблеми шахтна піч 10 містить один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів 18. Ці змішувальні вали 18 можуть містити, наприклад, вали, що проходять через всю шахтну піч 10 або через її частину, і містять множину виступаючих конструктивних елементів, кулачків і т. і., усі з яких призначені для струшування шихти 16. Шахтна піч 10 також може містити один або кілька пристроїв 20 для сприяння стаціонарному потоку, що підтримують, відхиляють і керують частиною шихти 16, для того щоб, наприклад, сповільнити потік у її центрі і у результаті прискорити відносний потік, наприклад, біля її країв. Ці пристрої 20 для сприяння стаціонарному потоку можуть бути

розташовані по всій шахтній печі 10 або можуть бути сконцентровані в певній частині шахтної печі 10. Власне кажучи, пристрої 20 для сприяння стаціонарному потоку містять одну або кілька конструкцій для переривання потоку, що мають будь-які бажані геометричні форми. Шахтна піч 10 може додатково містити одну або кілька настінних конструкцій (не зображені), що сприяють

однорідності шихти 16. Наприклад, можуть застосовуватися геометричні форми стінок, що прискорюють потік шихти біля бічних стінок, особливо при використанні в поєднанні із пристроями 20 для сприяння стаціонарному потоку. Також шахтна піч 10 може додатково містити одну або кілька мішалок (не зображені), що сприяють однорідності шихти 16 шляхом її перемішування та струшування.

[0014] Загалом пристрої для поліпшення однорідності шихти згідно із даним винаходом забезпечують рівномірне здійснення реформінга та відновлення в шахтній печі по всій ширині та глибині шихти 16 у шахтній печі 10. Це особливо важливо в зонах реформінга та прямого відновлення шахтної печі 10, що включають верхню частину шахтної печі 10, нижню частину шахтної печі 10 і зону переходу, розташовану між ними.

[0015] Слід зазначити, що в різних посилальних матеріалах розглядалися пристрої для сприяння потоку та різні конфігурації стінок (див., наприклад, US 6200363 та US 4886097), але ніколи в певному контексті системи прямого відновлення, здійснюваного при високому тиску та мінімальному зовнішньому реформінгу, що пускає в хід інші фактори для розгляду. Як згадувалося у зв'язку з традиційними системами прямого відновлення, труднощі в досягненні достатнього потоку частинок з накопичувачів, бункерів, сховищ та інших резервуарів для тимчасового або постійного зберігання були предметом різних досліджень. Часто, при великому об'ємі частинок, призначених для обробки, силу ваги використовують для створення потоку частинок з ємності для зберігання. Незважаючи на те, що гроші та час були з різним ступенем успіху витрачені на розробку резервуарів для зберігання подібних матеріалів, як і раніше існує проблема, що полягає в тому, чи буде задана тверда речовина протікати із заданого контейнера після того, як його в дійсності побудують.

[0016] При проектуванні контейнера, призначеного для масового потоку або для воронкоподібного потоку, необхідно враховувати багато факторів, особливо якщо результати випробувань або досвід показують, що оброблюваний матеріал має властивість приклеюватися, спікатися, утворювати арку, зчіплюватися або тужавіти згодом. Проектувальник ефективного контейнера для зберігання повинен знати про проблеми, які можуть виникнути при зберіганні та при протіканні твердих речовин, призначених для обробки. Отже для проектування підходящого контейнера необхідно вимірювати властивості потоку твердої речовини, призначеного для обробки. Відомо, що поведінку сипучих твердих речовин, що володіють різними характеристиками потоку, дуже важко прогнозувати, і виникає багато проблем при роботі з подібними твердими речовинами в резервуарі для зберігання. При зміні подібних властивостей потоку, викликаних змінами температури, вмісту вологи і т. і., необхідно вживати заходів для компенсації подібних змін у конструкції контейнера. Отже подібні варіації властивостей потоку можуть зробити потік як складним, так і критичним. Неправильно виготовлений контейнер буде мати тенденцію до прояву декількох несприятливих характеристик, властивих сипучим матеріалам, що ускладнює потік частинок.

[0017] Основними відомими причинами переривання або зупинки потоку є такі явища як ущільнення, утворення пробки та налипання. Причини подібних явищ погано відомі або визначені. Ущільнення є неминучим результатом тиску великої кількості частинок, спрямованого до випускного отвору або випускних отворів робочої ємності. Утворення пробки або арки відбувається при зчепленні частинок між собою і їхнім ущільненням напором зверху, утворюючи арку, досить міцну для того, щоб витримати всю вагу матеріалу в ємності. Налипання відбувається, коли невеликий циліндричний об'єм матеріалу тече вниз до випускного отвору, у той час як основна частина матеріалу висить на стінці робочої ємності.

[0018] Існує кілька загальних підходів, застосовуваних фахівцями в даній галузі при вивченні плинності сипучих твердих речовин. Ці підходи містять у собі визначення конкретних параметрів плинності шляхом застосування впливу зсуву до зразка частинок, але прогнозування поведінки частинок не завжди є точним або повним.

[0019] Були запропоновані численні рішення та численні рішення відомі з технічної літератури. Ці рішення в основному діляться на дві категорії. До першої категорії належать рішення, пов'язані з конструкцією власне контейнера та спрямовані на сприяння масовому потоку, воронкоподібному потоку або комбінованому потоку шляхом модифікації фізичних характеристик контейнера, наприклад, типу стінки, її форми, матеріалу, з якого вона виготовлена, застосування внутрішніх опор і природи її впускних і випускних отворів. Друга категорія пропонує рішень зв'язана з допоміжними пристроями або способами для

сприяння потоку матеріалу. Вони можуть бути внутрішніми або зовнішніми та можуть являти собою механічні вібратори, прикріплені до стінки контейнера, гладке внутрішнє обшивання, мішалки, упорскування газів для псевдозрідження або іншого полегшення потоку частинок, а також хімічні речовини для допомоги в рішенні певних проблем.

5 [0020] Для рішення проблем, пов'язаних з потоком у накопичувачах та інших подібних ємностях, у минулому було запропоноване виготовлення подібних контейнерів зі стінками, розташованими під дуже великими кутами, а також усунення будь-яких перешкод для потоку або нерівностей стінок для того, щоб гладка поверхня запобігала зупинкам, а в деяких випадках також застосування якого-небудь типу пристрою для сприяння потоку або активатора потоку.

10 [0021] Подібний контейнер або накопичувач, побудований для традиційного прямого відновлення, наприклад, має стінки, що звужуються донизу від впускного отвору до випускного отвору. Стінка контейнера виконана таким чином, що містить внутрішню суміжну поверхню із внутрішнім переверненим спіральним або гвинтовим безперервним виступом, що утворює єдине ціле зі стінкою та виступає назовні щодо накопичувача. Виступ надає збільшення площі

15 поперечного перерізу накопичувача, обмеженої внутрішньою крайкою, а також створює асиметрію внутрішньої поверхні накопичувача, схильної до дестабілізації пробок, які інакше утворювалися б зчепленими твердими частками.

[0022] Цей внутрішній перевернений виступ може проходити від верхньої частини накопичувача до його нижньої частини або, у деяких випадках, лише вздовж частини

20 накопичувача, зокрема в тих областях, де внутрішній діаметр накопичувача приводить до того, що тверді частки утворюють пробку або купол відповідно характеристикам свого потоку. Кут відхилення виступу від горизонталі варіюється приблизно від 30 до 40 градусів. Крім того, ширина виступу, тобто відстань між краями, може бути змінена та пристосована до будь-якого конкретного застосування, залежно від розміру частинок, характеристик зчеплених частинок і

25 геометричної форми накопичувача. Ширина виступу перевищує товщину стінки з листового металу. Стінка контейнера в деяких високотемпературних застосуваннях має зовнішню ізоляцію у формі стінки, яка товще виступу. Кут звуження може залишатися постійним або може поступово зменшуватися вздовж спірального виступу від більш крутого кута стінки вище виступу до менш крутого кута стінки нижче виступу для будь-якої заданої точки вздовж зазначеного

30 виступу. Спіральний виступ оточує стінку кінцевого контейнера, яка звужується, приблизно 1-1/2 рази. У даній галузі техніки добре відомо, що кут звуження накопичувача вибирають залежно від характеристик оброблюваного твердого матеріалу, характеристик матеріалу стінки та бажаного типу потоку твердих частинок.

[0023] Однак, як і раніше, цей тип конфігурації ніяк не сприяє однорідності шихти, необхідної

35 в системі прямого відновлення з мінімальним зовнішнім реформінгом, забезпечуючи рівномірне здійснення реформінга та відновлення в шахтній печі по всій ширині та глибині шихти 16 у шахтній печі 10, що особливо важливо в центральній частині шихти. Це також особливо важливо в зонах реформінга та прямого відновлення шахтної печі 10, що включають верхню частину шахтної печі 10, нижню частину шахтної печі 10 і зону переходу, розташовану між ними.

40 [0024] Хоча даний винахід був зображений та описаний тут з посиланням на кращі варіанти здійснення і його конкретні приклади, фахівцям у даній галузі техніки буде очевидно, що інші варіанти здійснення та приклади можуть виконувати подібні функції та/або досягати подібних результатів. Всі ці еквівалентні варіанти здійснення та приклади перебувають у межах обсягу та ідеї даного винаходу, передбачені даним винаходом і передбачається, що вони включені в наступну формулу винаходу.

45

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Шахтна піч для комбінованого риформінгу/відновлення під високим тиском для виробництва

50 заліза прямого відновлення, причому шахтна піч для риформінгу/відновлення під високим тиском виконана з можливістю функціонування при 5 атмосферах або вище, де внутрішня частина шахтної печі визначає зону риформінгу та зону відновлення, що містить:

один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти, розташованих у внутрішній частині шахтної печі, яка **відрізняється** тим, що один або кілька пристроїв для поліпшення

55 однорідності шихти розташовані в одній або декількох із зони риформінгу та зони відновлення у внутрішній частині шахтної печі, та при цьому один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти виконані з можливістю використання для струшування шихти для того, щоб одне або кілька з риформінгу та відновлення рівномірно відбувалися в шихті.

2. Шахтна піч за п. 1, яка **відрізняється** тим, що один або кілька пристроїв для поліпшення

60 однорідності шихти містять один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних

валів, один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку, одну або кілька настінних конструкцій, або одну або кілька мішалок.

3. Шахтна піч за п. 2, яка **відрізняється** тим, що один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів містять множину виступаючих конструктивних елементів, які при обертанні перемішують шихту.

4. Шахтна піч за п. 3, яка **відрізняється** тим, що один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів проходять по всій ширині шахтної печі.

5. Шахтна піч за п. 2, яка **відрізняється** тим, що один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку виконані з можливістю затримання потоку центральної частини шихти через шахтну піч, тим самим сповільнюючи його.

6. Шахтна піч за п. 1, яка **відрізняється** тим, що один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти забезпечують рівномірне здійснення риформінгу та відновлення в шахтній печі по всій ширині та глибині шихти в шахтній печі.

7. Спосіб підготовки шахтної печі для комбінованого риформінгу/відновлення під високим тиском для виробництва заліза прямого відновлення, причому шахтна піч для риформінгу/відновлення під високим тиском виконана з можливістю функціонування при 5 атмосферах або вище, який включає:

розділення внутрішньої частини шахтної печі на зону риформінгу та зону відновлення, розташування одного або декількох пристроїв для поліпшення однорідності шихти у внутрішній частині шахтної печі,

при цьому один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти розташовують в одній або декількох із зони риформінгу та зони відновлення у внутрішній частині шахтної печі, і

при цьому один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти використовують для струшування шихти для того, щоб одне або кілька з риформінгу та відновлення рівномірно відбувалися в шихті.

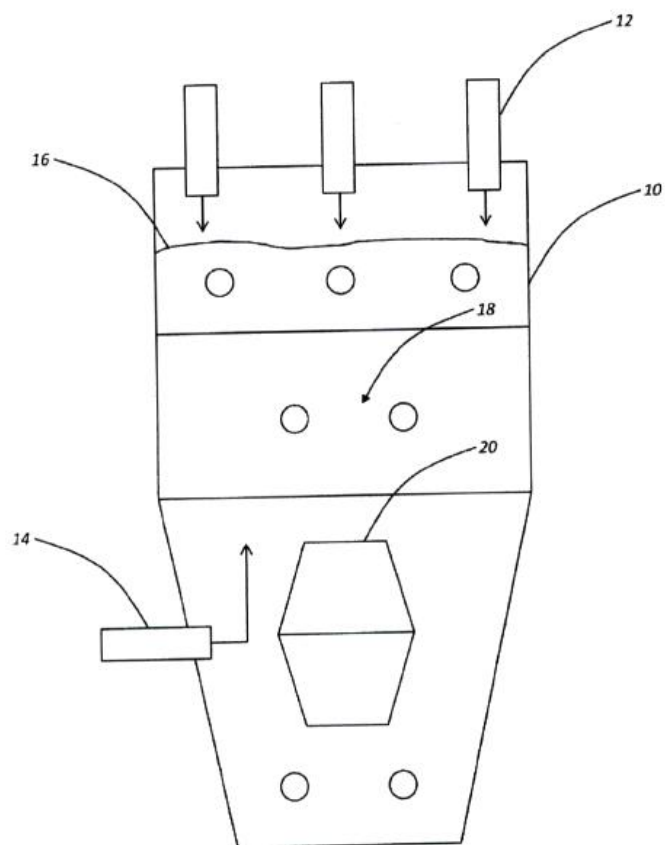
8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти містять один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів, один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку, одну або кілька настінних конструкцій, або одну або кілька мішалок.

9. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів містять множину виступаючих конструктивних елементів, які при обертанні перемішують шихту.

10. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що один або кілька обертових/зворотно-поступальних змішувальних валів проходять по всій ширині шахтної печі.

11. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що один або кілька пристроїв для сприяння стаціонарному потоку затримують потік центральної частини шихти через шахтну піч, тим самим сповільнюючи його.

12. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що один або кілька пристроїв для поліпшення однорідності шихти забезпечують рівномірне здійснення риформінгу та відновлення в шахтній печі по всій ширині та глибині шихти в шахтній печі.



Фиг. 1

---

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601